

**Möglichkeiten der Freilanddiagnose von Hybriden der  
Rotbauch- und Gelbbauchunke, *Bombina bombina*  
(LINNAEUS, 1761) und *Bombina variegata* (LINNAEUS, 1758)**

(Anura: Discoglossidae)

GÜNTER GOLLMANN

Mit 10 Abbildungen

Abstract

Research on natural hybridization between the European fire-bellied toads, *Bombina bombina* and *B. variegata*, is briefly reviewed. The need for more data on the distribution of both species and their hybrids is stressed. Characters suitable for identification of hybrids in the field include ventral colour pattern and call repetition rate.

Key words: Anura; Discoglossidae; *Bombina bombina*, *Bombina variegata*; Natural hybrids; Identification characters.

Einleitung

Natürliche Hybriden der Rotbauch- und Gelbbauchunke sind schon lange bekannt (MÉHELY 1905) und wurden von vielen Kontaktstellen ihrer Artareale beschrieben. Mit der Entwicklung der elektrophoretischen Methoden der Proteinanalyse wurde eine genaue genetische Untersuchung dieser Hybriden möglich (beginnend mit SZYMURA 1976). Eine Besonderheit der Kontaktzone der beiden Unkenarten ist ihre außergewöhnliche Länge (Abb. 1); wegen dieser großen Ausdehnung sind Verlauf und genetische Struktur der Hybridzone in vielen Gebieten noch kaum untersucht. Während eine tiefere Analyse der Populationsstrukturen den Methoden der biochemischen Genetik vorbehalten bleibt, können zu den grundlegenden biogeographischen Fragen auch Gelegenheitsbeobachtungen von Feldherpetologen wichtige Beiträge liefern. Im folgenden werden – nach einer kurzen Erörterung des Aufbaus von Hybridzonen – zur Diagnose der Hybriden im Freiland brauchbare Merkmale dargestellt.

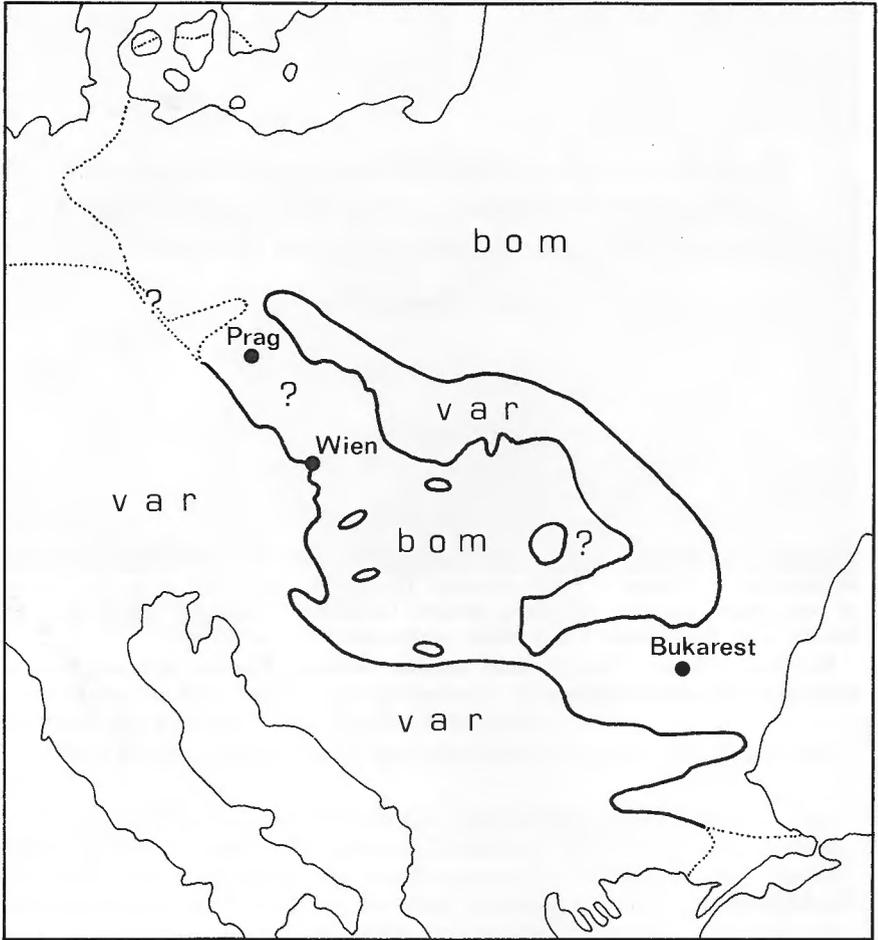


Abb. 1. Kontaktzone (dicke Linien) und andere Arealgrenzen (punktiert) von Rotbauch- (bom) und Gelbbauchunke (var). Beachte die Enklaven der Gelbbauchunke auf isolierten Gebirgen in der ungarischen Tiefebene. Verändert nach ARNTZEN (1978).

Contact zone (thick lines) and other range borders (dotted lines) of *B. bombina* and *B. variegata*. Take notice of the enclaves of *B. variegata* on isolated mountains in the Hungarian Plains. Modified from ARNTZEN (1978).

### Genetischer Hintergrund

Nach dem Verhältnis der Areale der Elternformen zueinander und zu dem Gebiet, in dem Hybriden vorkommen, kann man drei Grundtypen von Hybridzonen unterscheiden (siehe WOODRUFF 1973 und Abb. 2):

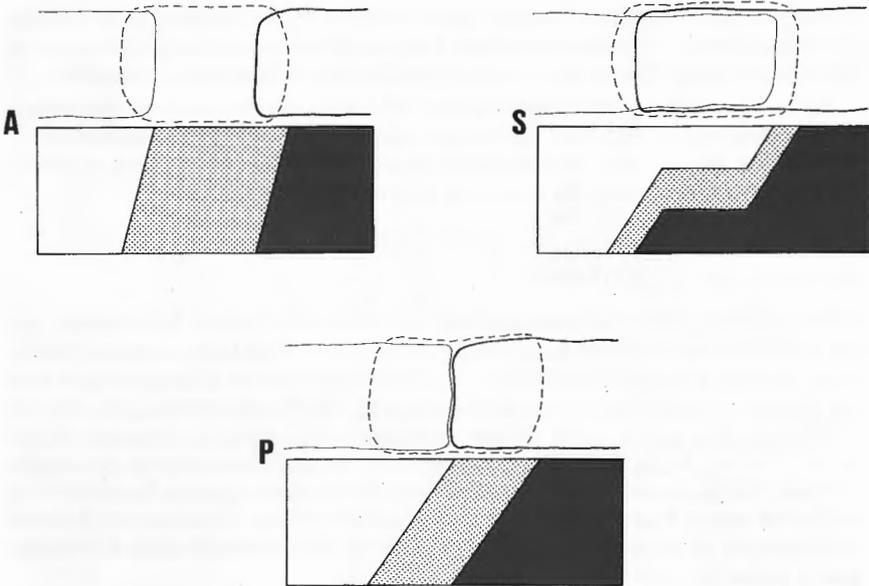


Abb. 2: Areale der Elternarten (ausgezogene Linien) und Hybriden (strichliert) sowie Populationsaufbau (weiß und schwarz: Elternarten, schraffiert: Hybriden) in Zonen allopatrischer (A), sympatrischer (S) und parapatrischer (P) Hybridisierung. Verändert nach WOODRUFF (1973) und LITTLEJOHN & WATSON (1983).

Areas of parental species (intact lines) and hybrids (broken lines) and population structure (white and black: parental species, hatched: hybrids) in zones of allopatric (A), sympatric (S) and parapatric (P) hybridization. Modified from WOODRUFF (1973) and LITTLEJOHN & WATSON (1983).

– „Allopatrische Hybridisierung“: Hier sind die Areale der beiden Elternarten durch eine fast ausschließlich von Hybriden bewohnte Zone getrennt. Es kommt also nicht mehr zum Kontakt der beiden Elternarten; damit gibt es auch keine Möglichkeit zur Entstehung von  $F_1$ -Hybriden. Alle hybriden Individuen in dieser Zone sind Nachkommen vieler Generationen von Kreuzungen der Hybriden untereinander beziehungsweise von Rückkreuzungen mit einer der Elternarten (am Rand der Zone). Die am besten untersuchten Hybridzonen der Unken in Polen (SZYMURA 1976, SZYMURA & BARTON 1986) und Österreich (GOLLMANN 1984) entsprechen diesem Typ.

– „Sympatrische Hybridisierung“: Hier kommen im Zentrum der Zone „reine“ Individuen beider Arten neben Hybriden vor. Die Möglichkeit zur Entstehung von  $F_1$ -Hybriden ist also gegeben. Derartige Situationen wurden bei den Unken gelegentlich gefunden (Jugoslawien: SZYMURA pers. Mitt.; Slowakei: GOLLMANN 1986), ihre Dynamik ist aber noch kaum untersucht.

– „Parapatrische Hybridisierung“: Diese Zwischenform hat mit der allopatrischen Hybridisierung gemeinsam, daß in keinem Fall reine Individuen beider

Arten gemeinsam auftreten, mit der sympatrischen Hybridisierung, daß es keine ausschließlich von Hybriden bewohnte Habitats gibt. Eine derartige Situation ist bei sehr abruptem Übergang zwischen verschiedenen Biotopen zu erwarten.

Bei der Betrachtung der Möglichkeiten, Hybriden zu erkennen, ist also immer zu berücksichtigen, daß man im Freiland kaum je  $F_1$ -Hybriden antreffen wird, wie sie aus Labor- und Terrarienkreuzungen bekannt sind, sondern meistens Rückkreuzungsprodukte, die einer der Elternarten näher stehen.

### Morphologische Merkmale

Wegen der großen morphologischen Variabilität der beiden Unkenarten lassen sich keine einfachen Regeln für die Diagnose der Hybriden angeben. Merkmale, wie die Körperproportionen – die Rotbauchunke ist schmalköpfiger und hat kürzere Hinterbeine – und die Ausprägung der Rückenwarzen, die bei der Gelbbauchunke größer und spitzer bestachelt sind, sind im Zweifelsfall oft schwer faßbar. Auch die namensgebende Färbung der Bauchseite ist nur eingeschränkt für die Bestimmung zu verwenden: Während orangerote Bauchfärbung bei einem sonst *B.-variegata*-ähnlichen Tier ein sicherer Hinweis auf hybride Abstammung ist (siehe das linke Tier in Abb. 4), können auch reine Rotbauchunken gelbe Bauchfleckung aufweisen.

Die besten Merkmale liefert das Muster der Bauchzeichnung (vergleiche GOLLMANN 1984): Bei der Rotbauchunke dominiert die schwarze Färbung, die hellen (gelben bis orangeroten) Flecken stehen isoliert, bei der Gelbbauchunke überwiegt der gelbe Bereich, die dunklen (grauen bis schwarzen) Flecken sind meist getrennt. Die Hybriden zeigen Zwischenformen, die oft auch erhöhte Asymmetrien aufweisen (Abb. 4 bis 9, vergleiche auch LAC 1961, MICHAŁOWSKI & MADEJ 1969). Ein besonders wichtiger Bereich ist der Übergang von Bauch- zu Schenkelzeichnung: Bei Gelbbauchunken setzt sich die gelbe Bauchfarbe immer ohne Unterbrechung auf die Schenkel fort, reine Rotbauchunken haben



Abb. 3. Färbung der Handunterseite bei *B. variegata* (links), *B. bombina* (Mitte) und manchen Hybriden (rechts). Verändert nach BIRKENMEIER (1948).

Palmar colour patterns of *B. variegata* (left), *B. bombina* (centre) and some hybrids (right). Modified from BIRKENMEIER (1948).

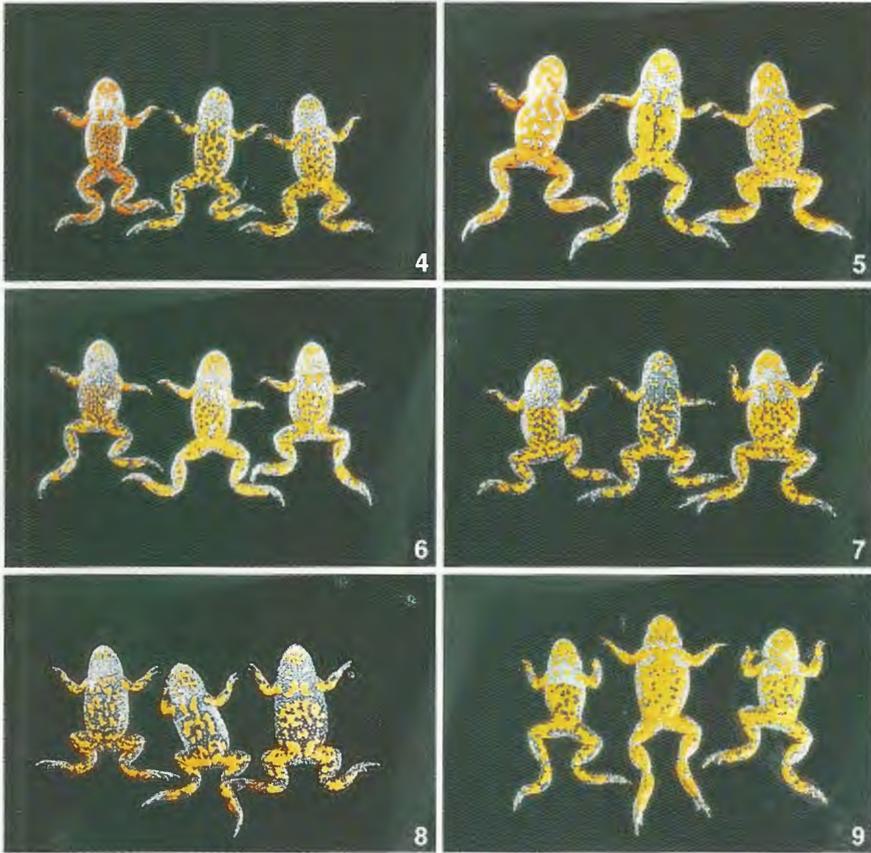


Abb. 4. Hybridunken aus der Umgebung von Zemplínska Teplica (Slowakei, Fundort 20 in GOLLMANN 1986).

*Bombina* hybrids from the vicinity of Zemplínska Teplica (Slovakia, locality 20 in GOLLMANN 1986).

Abb. 5. Hybridunken aus der Umgebung von Silica (Slowakei, Fundort 6 in GOLLMANN 1986).

*Bombina* hybrids from the vicinity of Silica (Slovakia, locality 6 in GOLLMANN 1986).

Abb. 6. Hybridunken aus der Umgebung von Gombasek (Slowakei, Fundort 11 in GOLLMANN 1986).

*Bombina* hybrids from the vicinity of Gombasek (Slovakia, locality 11 in GOLLMANN 1986).

Abb. 7. Hybridunken aus der Umgebung von Silická Brezová (Slowakei, Fundort 12 in GOLLMANN 1986).

*Bombina* hybrids from the vicinity of Silická Brezová (Slovakia, locality 12 in GOLLMANN 1986).

Abb. 8. Hybridunken aus Dlhá Ves (Slowakei, Fundort 13 in GOLLMANN 1986).

*Bombina* hybrids from Dlhá Ves (Slovakia, locality 13 in GOLLMANN 1986).

Abb. 9. Hybridunken aus der Umgebung von Parád (Ungarn).

*Bombina* hybrids from the vicinity of Parád (Hungary).

stets isolierte Schenkel- und Leistenflecken; das Zusammenfließen dieser Flecken bei sonst *B. bombina*-ähnlichen Tieren ist ein ziemlich sicherer Hinweis auf hybride Abstammung (siehe Abb. 8).

Weitere wichtige Merkmale sind die Färbung des ersten Fingers und der ersten Zehe: Sie sind bei der Rotbauchunke meist schwarz, bei der Gelbbauchunke stets gelb. Manche Hybriden haben schwarze „Ringe“ um gelbe Finger beziehungsweise Zehen (Abb. 3).

Von den hier abgebildeten Hybriden sind die in Abb. 7 und das linke Tier in Abb. 6 genetisch intermediäre Tiere, die sich auch in ihren Zeichnungsmustern deutlich von beiden Arten abheben. Die beiden anderen Tiere in Abb. 6 sowie die in Abb. 4, 5 und 9 stehen genetisch der Gelbbauchunke näher, die in Abb. 8 der Rotbauchunke. Ein interessantes Beispiel sind die Unken in Abb. 9: Bei ihnen ist der Anteil der gelben Bauchfärbung noch größer als er oft bei reinen Gelbbauchunken ist. Die lackschwarze Färbung der dunklen Flecken, die dunkle „Binde“ über den Oberschenkel beim linken Tier und die Verbindung der Kehle mit den Brustflecken (sie sind bei reinen Gelbbauchunken fast immer getrennt) beim mittleren Tier lassen diese Unken aber „hybridverdächtig“ erscheinen. Elektrophoretische Untersuchungen haben ihre hybride Abkunft bestätigt (GOLLMANN, im Druck).

Auch die Kaulquappen der beiden Unkenarten unterscheiden sich in etlichen morphologischen Merkmalen, einen ausführlichen Vergleich beider Arten mit F<sub>1</sub>-Hybriden gibt MICHAŁOWSKI (1966). Über die morphologische Variabilität der Larven in natürlichen Hybridpopulationen liegen erst wenige Ergebnisse vor, die Verlässlichkeit der einzelnen Merkmale für Bestimmungszwecke ist noch nicht ausreichend geklärt.

## Die Rufe

Die „Paarungsrufe“ (LÖRCHER 1969) der Unken sind sehr einfach strukturiert: Einzelne frequenzkonstante Klänge werden in gleichmäßiger Folge wiederholt. Das sicherste artspezifische Merkmal ist dabei die Ruffolge, die bei der Gelbbauchunke etwa dreimal so hoch wie bei der Rotbauchunke ist (LÖRCHER 1969). Da die Ruffolge mit der Wassertemperatur ansteigt, muß diese stets berücksichtigt werden. F<sub>1</sub>-Hybriden verhalten sich in Ruffolge und anderen Rufparametern intermediär (SCHNEIDER & EICHEMBERG 1974). Natürliche Hybriden liegen teilweise im intermediären Bereich, teilweise sind sie nicht von der jeweils nächstehenden Elternart zu unterscheiden (Abb. 10, HÖDL & GOLLMANN 1985). Durch die Rufe ist also nur ein Teil der morphologisch und genetisch identifizierbaren Hybriden als solche erkennbar; andererseits sind alle Unken, deren Rufe im intermediären Bereich – außerhalb der Variationsbreiten der Elternarten – liegen, eindeutig als Hybriden ausgewiesen.

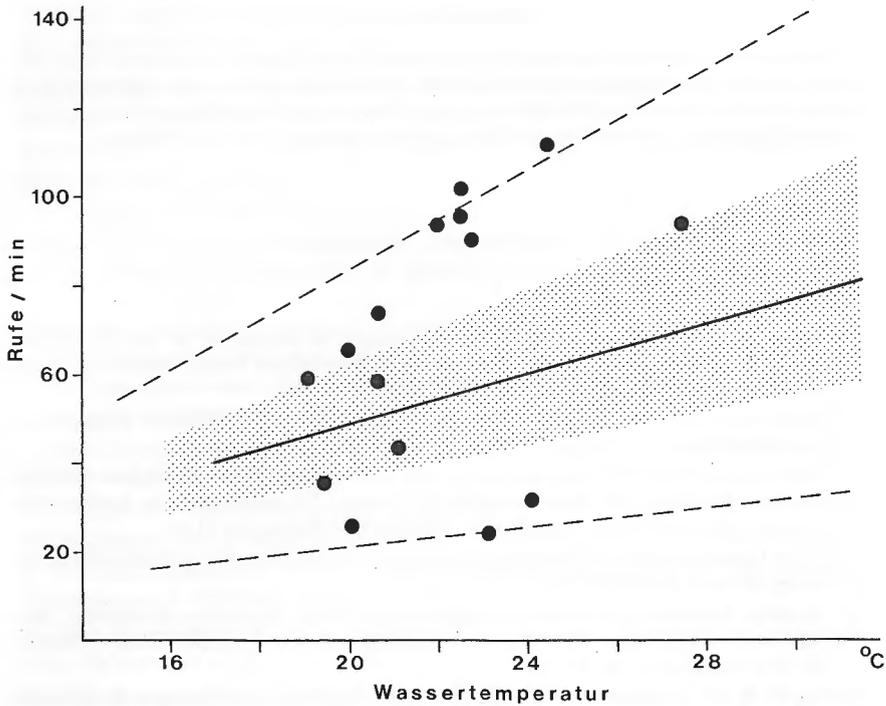


Abb. 10. Ruffolge (Rufe/Minute) in Abhängigkeit von der Wassertemperatur. Regressionsgeraden für Gelbbauchunke (obere strichlierte Linie) und Rotbauchunke (untere strichlierte Linie) aus LÖRCHER (1969), Regressionsgerade für F<sub>1</sub>-Hybriden (ausgezogen) aus SCHNEIDER & EICHELBERG (1974). Der schattierte Bereich gibt die ausschließlich von Hybriden erreichten Werte an, die einzelnen Punkte sind Daten natürlicher Hybriden (HÖDL & GOLLMANN 1985, in Vorb.).

Call repetition rate (calls/minute) in relation to water temperature. Regression lines for *B. variegata* (upper broken line) and *B. bombina* (lower broken line) from LÖRCHER (1969), regression line (intact) für F<sub>1</sub>-hybrids from SCHNEIDER & EICHELBERG (1974). The shaded area indicates the rates used only by hybrids, the black points give data of natural hybrids (HÖDL & GOLLMANN 1985, in prep.).

#### Danksagung

Frau Prof. MARIA MIZZARO und Frau DORIS NIEDL danke ich für die Anfertigung der Farbfotografien, dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Wien, für die finanzielle Unterstützung unserer Untersuchungen der Hybridisierung der Unken (Projekte 4750 und 5445).

## Zusammenfassung

Rotbauchunke und Gelbbauchunke hybridisieren in der langen Kontaktzone ihrer Art-areale. Verlauf und Populationsstruktur dieser Hybridzone sind in vielen Gebieten noch unzureichend bekannt. Zur Identifizierung von Hybriden im Freiland eignen sich morphologische Merkmale, insbesondere das Bauchzeichnungsmuster, und die Ruffolge.

## Schriften

- ARNTZEN, J.W. (1978): Some hypotheses on postglacial migrations of the Fire-bellied Toad, *Bombina bombina* (LINNAEUS) and the Yellow-bellied Toad, *Bombina variegata* (LINNAEUS). – J. Biogeog., Oxford, 5: 339-345.
- BIRKENMEIER, E. (1948): Das Verhalten der mitteleuropäischen Unken. – Dissertation, Universität Wien.
- GOLLMANN, G. (1984): Allozymic and morphological variation in the hybrid zone between *Bombina bombina* and *Bombina variegata* (Anura, Discoglossidae) in northeastern Austria. – Z. zool. Syst. Evolut.-forsch., Hamburg & Berlin, 22: 51-64.
- (1986): Genetic analysis of *Bombina* hybrids from eastern Slovakia. – Studies in Herpetology, Prague 1986: 121-126.
- : *Bombina bombina* and *Bombina variegata* in the Mátra mountains (Hungary): New data on distribution and hybridization (Amphibia, Anura, Discoglossidae). – Amphibia-Reptilia, Leiden, im Druck.
- HÖDL, W. & G. GOLLMANN (1985): Bioakustische Freilanduntersuchungen an hybriden Unkenpopulationen, – Verh. Dtsch. Zool. Ges., Stuttgart, 78: 340.
- LAC, J. (1961): Rozšírenie kuncov (*Bombina bombina* L. a *Bombina variegata* L.) na Slovensku a k problematike ich vzájomného kríženia (Verbreitung der Unken <Tiefland-Unke *Bombina bombina* L. und Berg-Unke *Bombina variegata* L.> in der Slowakei und Problematik deren gegenseitiger Kreuzung). – Biologické Práce, Bratislava, 7/3: 5-32.
- LITTLEJOHN, M.J. & G.F. WATSON (1983): The *Litoria ewingi* complex (Anura: Hylidae) in south-eastern Australia. VII. Mating-call structure and genetic compatibility across a narrow hybrid zone between *L. ewingi* and *L. praewingi*. – Aust. J. Zool., Melbourne, 31: 193-204.
- LÖRCHER, K. (1969): Vergleichende bio-akustische Untersuchungen an der Rot- und Gelbbauchunke, *Bombina bombina* (L.) und *Bombina v. variegata* (L.). – Oecologia, Berlin, 3: 84-124.
- MÉHELY, L. (1905): Die herpetologischen Verhältnisse des Mecsek-Gebirges und der Kapela. – Ann. hist.-nat. Mus. Nat. Hung., Budapest, 3: 256-316.
- MICHAŁOWSKI, J. (1966): Studies on the relationship of *Bombina bombina* (LINNAEUS) and *Bombina variegata* (LINNAEUS). 2. Some taxonomic characters of tadpoles of both species and of tadpoles obtained from crosses under laboratory conditions. – Acta zool. Cracov. 11: 181-208.
- MICHAŁOWSKI, J & Z. MADEJ (1969): Studies on the relationship of *Bombina bombina* (LINNAEUS) and *Bombina variegata* (LINNAEUS). 3. Taxonomic characters from laboratory and in interspecific hybrids. – Acta zool. Cracov. 14: 173-202.

- SCHNEIDER, H. & H. EICHELBERG (1974): The mating call of hybrids of the Fire-Bellied Toad and Yellow-Bellied Toad (*Bombina bombina* (L.), *Bombina v. variegata* (L.), Discoglossidae, Anura). – *Oecologia*, Berlin, 16: 61-71.
- SZYMURA, J. M. (1976): Hybridization between Discoglossid toads *Bombina bombina* and *Bombina variegata* in southern Poland as revealed by the electrophoretic technique. – *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch.*, Hamburg & Berlin, 14: 227-236.
- SZYMURA, J. M. & N. H. BARTON (1986): Genetic analysis of a hybrid zone between the fire bellied toads, *Bombina bombina* and *B. variegata*, near Cracow in southern Poland. – *Evolution*, Lawrence, Kansas, 40: 1141-1159.
- WOODRUFF, D. S. (1973): Natural hybridization and hybrid zones. – *Syst. Zool.*, Washington D.C., 22: 213-218.

Eingangsdatum: 17. März 1986

Verfasser: Dr. GÜNTER GOLLMANN, Institut für Zoologie der Universität Wien, Althanstraße 14, A-1090 Wien, Österreich.